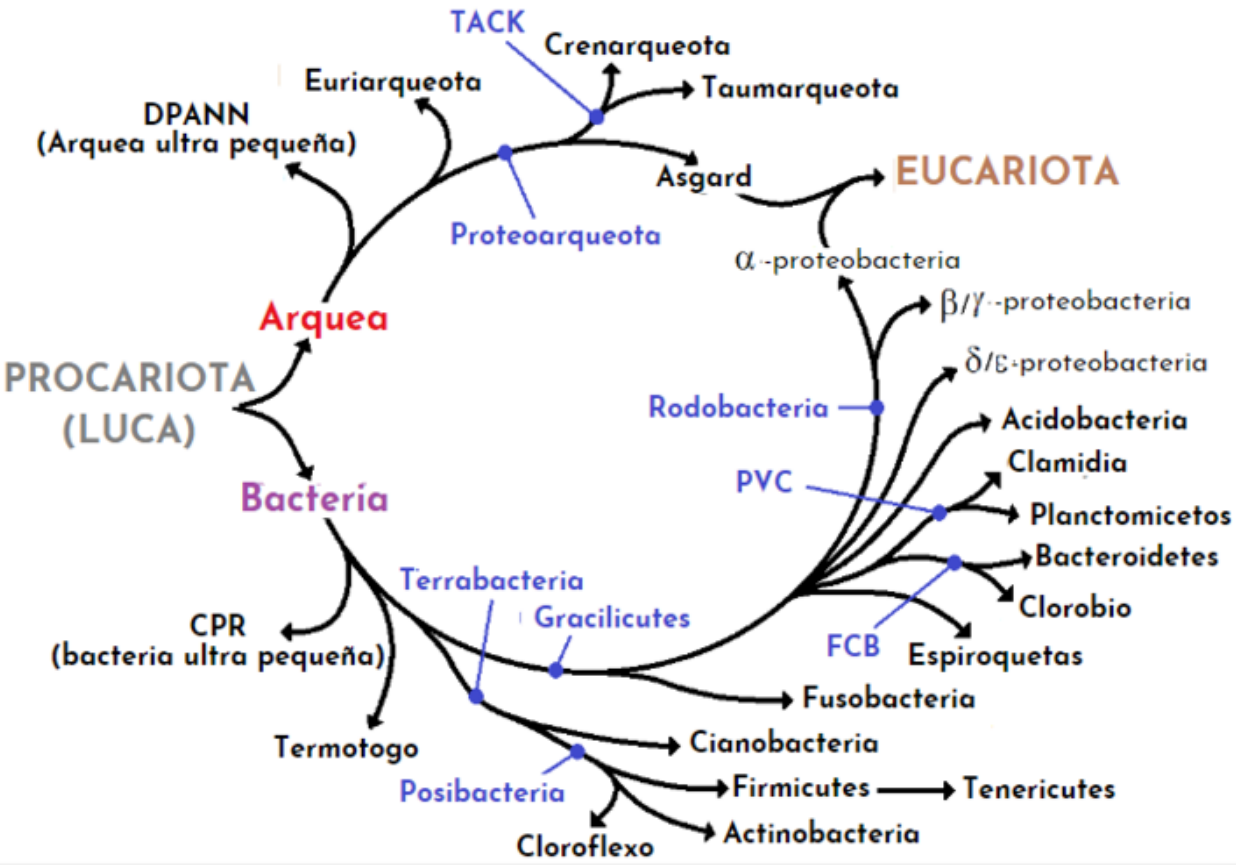
Origen de la célula



El **origen de la célula** se remonta a más de 3.500 millones de años de antigüedad. La manera en que estas unidades funcionales se originaron ha despertado la curiosidad de los científicos desde hace varios siglos. El origen de la vida puede verse como el origen de las células. En un ambiente primitivo, las condiciones ambientales eran muy diferentes a las que observamos hoy en día. La concentración de oxígeno era prácticamente nula, y en la atmósfera dominaba otra composición de gases. Distintas experiencias en el laboratorio han comprobado que bajo las condiciones ambientales iniciales de la Tierra es posible la polimerización de varias biomoléculas características de los sistemas orgánicos, a saber: aminoácidos, azúcares, etc.

Una molécula con capacidad catalítica y de replicarse a sí misma (potencialmente, un ARN) pudo quedar encerrada en una membrana de fosfolípidos, formando las primeras células procariotas primitivas, que evolucionaron siguiendo los principios darwinianos. Asimismo, el origen de la célula eucariota suele explicarse usando la teoría endosimbiótica. Esta idea sustenta que una bacteria grande engulló a una más pequeña y con el paso del tiempo originó los organelos que hoy en día conocemos (cloroplastos y mitocondrias).

La teoría celular

Célula es un término que proviene de la raíz latina *cellula,* que significa hueco. Estas son las unidades funcionales y estructurales de los seres vivos. El término fue usado por primera vez en el siglo XVII por el investigador Robert Hooke, cuando examinaba una lámina de corcho bajo la luz del microscopio y observó una especie de celdillas. Con este descubrimiento, más científicos —destacando las contribuciones de Theodor Schwann y Matthias Schleiden— se interesaron por la estructura microscópica de la materia viva. Así nació uno de los pilares más importantes de la biología: la teoría celular.

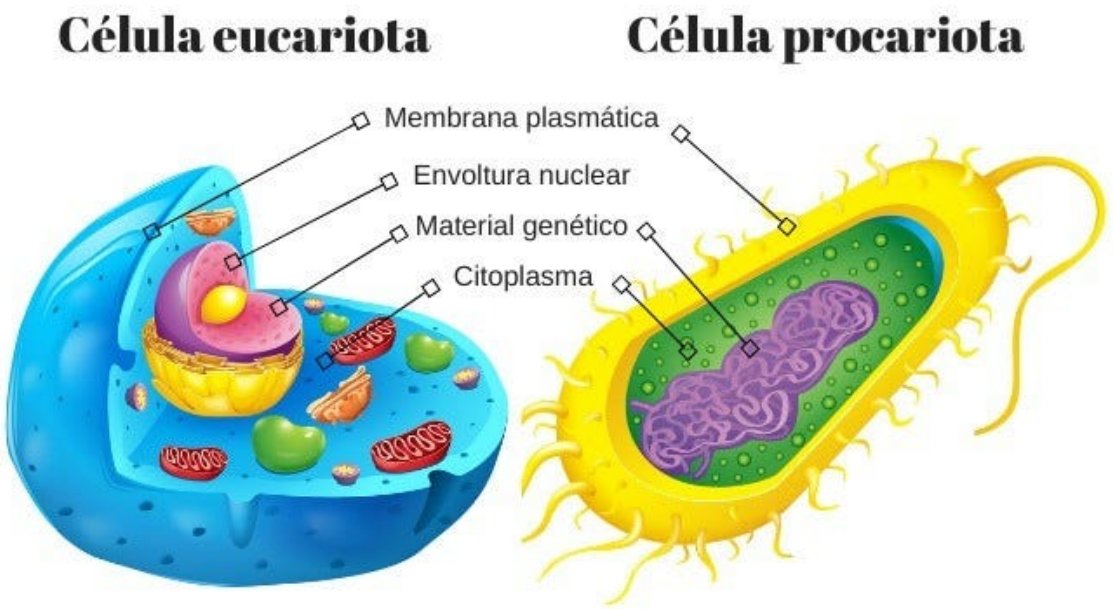
La teoría sostiene que:
(a) Todos los seres orgánicos están compuestos de células.
(b) Las células son la unidad de la vida.
(c) Las reacciones químicas que sustentan la vida ocurren dentro de los límites de la célula.
(d) Toda la vida proviene de vida preexistente.

Este último postulado se resume en la famosa frase de Rudolf Virchow: ***omnis cellula e cellula*:** todas las células derivan de otras células ya existentes.

Pero ¿de dónde vino la primera célula? Las teorías principales que buscan explicar el origen de las primeras estructuras celulares.

Evolución de la célula procariota. El origen de la vida es un fenómeno estrechamente ligado al origen de las células.

En la Tierra existen dos formas celulares de vida: las procariotas y las eucariotas.



Ambos linajes difieren básicamente en términos de su complejidad y estructura, siendo los eucariotas organismos más grandes y complejos. Esto no quiere decir que los procariotas sean simples. Un solo organismo procariota es una aglomeración organizada e intrincada de diversos complejos moleculares.

La evolución de ambas ramas de la vida es una de las preguntas más apasionantes en el mundo de la biología. Cronológicamente, se calcula que la vida posee de 3.500 a 3.800 millones de años de antigüedad. Esta apareció aproximadamente 750 millones de años después de la formación de la Tierra.

Evolución de las primeras formas de vida: los experimentos de Miller

A comienzos de los años 20 se empezó a manejar la idea de que las macromoléculas orgánicas podían polimerizar de manera espontánea bajo las condiciones ambientales de una atmósfera primitiva, con bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de CO_2 y N_2, además de una serie de gases como H_2, H_2S y el CO.

Se asume que la atmósfera primitiva hipotética proveyó de un ambiente reductor, que, junto con una fuente de energía (como la luz del sol o descargas eléctricas), estableció las condiciones propicias para la polimerización de las moléculas orgánicas. Esta teoría fue confirmada de manera experimental en 1950 por el investigador Stanley Miller durante sus estudios de posgrado.

Necesidad de una molécula con propiedades de autorreplicación y catálisis: el mundo del ARN

Después de precisar las condiciones necesarias para la formación de las moléculas que encontramos en todos los seres vivos, es menester proponer una molécula primitiva con la capacidad de almacenar información y replicarse a sí misma (las células actuales almacenan la información genética bajo un lenguaje de cuatro nucleótidos en la molécula de ADN). Hasta la fecha, el mejor candidato para esta molécula es el ARN. No fue hasta 1980 cuando los investigadores Sid Altman y Tom Cech descubrieron las capacidades catalíticas de este ácido nucleico, incluyendo la polimerización de los nucleótidos, paso crítico para la evolución de la vida y de las células. Por esto, se cree que la vida empezó usando como material genético el ARN, y no el ADN como hace la inmensa mayoría de las formas actuales.

Limitando las barreras de la vida: los fosfolípidos

Una vez obtenidas las macromoléculas y la molécula capaz de almacenar información y replicarse a sí misma, es necesaria la existencia de una membrana biológica que determine los límites entre lo vivo y el ambiente extracelular. Evolutivamente, este paso marcó el origen de las primeras células.

Se cree que la primera célula surgió de una molécula de ARN que fue encerrada por una membrana compuesta de fosfolípidos. Estos últimos son moléculas anfipáticas, lo que quiere decir que una porción es hidrofílica (soluble en agua) y la otra es hidrofóbica (no soluble en agua).

Cuando los fosfolípidos están disueltos en agua, tienen la capacidad de agregarse de manera espontánea y formar una bicapa lipídica. Las cabezas polares se agrupan, mirando el ambiente acuoso y las colas hidrofóbicas en el interior, en contacto unas con otras. Esta barrera es termodinámicamente estable y crea un compartimiento que permite separar la célula del ambiente extracelular. Con el paso del tiempo, el ARN encerrado dentro de la membrana lipídica continuó su rumbo evolutivo siguiendo los mecanismos darwinianos, hasta presentar procesos complejos como la síntesis de proteínas.

Evolución del metabolismo

Una vez formadas estas células primitivas, empezó el desarrollo de las rutas metabólicas que hoy en día conocemos. El escenario más plausible para el origen de las primeras células es el océano, por lo que las primeras células eran capaces de obtener el alimento y la energía de manera directa del ambiente. Cuando el alimento empezó a escasear, debieron aparecer ciertas variantes celulares con métodos alternativos de obtención de alimento y generar energía que les permitiese continuar con su replicación.

La generación y el control del metabolismo de las células son indispensables para su continuidad. De hecho, las principales vías metabólicas son ampliamente conservadas entre los organismos actuales. Por ejemplo, tanto una bacteria como un mamífero realizan la glicólisis. Se ha propuesto que la generación de energía evolucionó en tres etapas, empezando por la glicólisis, seguido de la fotosíntesis, y finalizando con el metabolismo oxidativo. Como el ambiente primitivo carecía de oxígeno, es plausible que las primeras reacciones metabólicas prescindieran de él.

Evolución de la célula eucariota

Las células fueron únicamente procariotas hasta hace alrededor de 1.500 millones de años. En esta etapa aparecieron las primeras células con un núcleo verdadero y organelas propiamente dichas. La teoría más resaltante en la literatura que explica la evolución de las organelas es la *teoría endosimbiótica* (*endo* quiere decir interno). Los organismos no se encuentran aislados en su ambiente. Las comunidades biológicas presentan múltiples interacciones, tanto antagonistas como sinérgicas. Un término paraguas usado para distintas interacciones es la *simbiosis,* antiguamente usado solamente para relaciones mutualistas entre dos especies.

Las interacciones entre los organismos tienen consecuencias evolutivas importantes, y el ejemplo más dramático de este hecho es la teoría endosimbiótica, que fue propuesta inicialmente por la investigadora estadounidense Lynn Margulis en los años 80.

Postulados de la teoría endosimbiótica

Según esta teoría, algunas organelas eucariotas -como cloroplastos y mitocondrias- fueron inicialmente organismos procariotas de vida libre. En cierto momento de la evolución, un procariota fue engullido por uno más grande, pero no fue digerido. En cambio, sobrevivió y quedó atrapado dentro del organismo más grande. Además de la supervivencia, los tiempos de reproducción entre ambos organismos se sincronizaron, logrando pasar a generaciones sucesivas.

En el caso de los cloroplastos, el organismo engullido exhibía toda la maquinaria enzimática para realizar la fotosíntesis, supliendo al organismo más grande con los productos de estas reacciones químicas: los monosacáridos. Para el caso de las mitocondrias, se postula que el procariota engullido pudo ser una α-proteobacteria ancestral. Sin embargo, la identidad potencial del organismo huésped de mayor tamaño es una pregunta abierta en la literatura. El organismo procariota engullido perdió su pared celular, y a lo largo de la evolución sufrió las modificaciones pertinentes que originaron las organelas modernas. Esto es, en esencia, la teoría endosimbiótica.

Evidencias de la teoría endosimbiótica

Actualmente existen múltiples hechos que respaldan la teoría de endosimbiosis, a saber: (a) el tamaño de las mitocondrias y cloroplastos actuales es similar al de los procariotas; (b) dichos organelos tienen su propio material genético y sintetizan parte de las proteínas, aunque no son completamente independientes del núcleo y © existen múltiples similitudes bioquímicas entre ambos entes biológicos.

Ventajas de ser eucariota

La evolución de las células eucariotas se asocia a una serie de ventajas sobre las procariotas. El incremento de tamaño, complejidad y compartimentalización permitió la evolución rápida de novedosas funciones bioquímicas. Posterior a la llegada de la célula eucariota, vino la pluricelularidad. Si una célula "desea" gozar de los beneficios de un mayor tamaño, no puede simplemente crecer, ya que la superficie celular debe ser grande con relación a su volumen. Así, los organismos con más de una célula lograron incrementar su tamaño y repartir las tareas entre las múltiples células que los componen.

Descubrimiento de las células

El **descubrimiento de las células** marcó, sin lugar a duda, un antes y un después en la historia de la ciencia, especialmente en el área de la biología y otras ciencias naturales relacionadas. Estos importantes bloques que constituyen a todos los organismos vivos fueron descubiertos a comienzos del siglo XVII, en la década de 1660, para ser más exactos. Aunque ahora puede parecer muy evidente hablar de las células como las unidades fundamentales de los seres vivos, antes de su descubrimiento no se tenían en el panorama científico, ni se pensaba, mucho menos, que todos los organismos estuviesen compuestos por una o varias de estas.

Quizá sea pertinente recordar lo que desde el siglo XVII sabemos: que todo lo vivo sobre la Tierra está compuesto por estas pequeñas celdillas. Desde los millares de microorganismos que colonizan virtualmente todos los ambientes de la biosfera, hasta los animales y las plantas macroscópicas de quienes nos alimentamos, están compuestos por células. Aunque de diferentes formas, tamaños y funciones, el cuerpo de un ser humano adulto tiene, aproximadamente, 30 trillones de células, organizadas en forma de tejidos que, a su vez, conforman los órganos y los sistemas. Los organismos más sencillos están compuestos por células individuales que se reproducen al dividirse en dos. Algunas ramas de la biología se encargan del estudio de estas estructuras con el objetivo principal de profundizar en cómo están constituidas, molecularmente hablando, y cómo funcionan en la construcción de individuos tan complejos como los animales y las plantas multicelulares.

Historia del descubrimiento de las células

La primera persona en observar y describir las células fue Robert Hooke, un físico inglés que, en 1665, publicó un trabajo conocido como *Micrographia*, dedicado a la observación microscópica y donde describió sus observaciones de un corte de una lámina de corcho. A pesar de que fue Hooke quien introdujo en la ciencia el término "célula", la invención previa del microscopio ya había sentado precedentes en el descubrimiento del mundo microscópico, y varios científicos habían realizado observaciones similares con anterioridad:

Athanasius Kircher, en 1658, ya había demostrado que los gusanos y otras criaturas vivas se desarrollaban en tejidos en descomposición.

Por esa misma época, el naturalista alemán Jan Swammerdam describió los glóbulos rojos (eritrocitos) como corpúsculos de la sangre y afirmó que los embriones de rana estaban compuestos por partículas de aspecto globular.

En 1676, el holandés Anton van Leeuwenhoek, un científico aficionado y apasionado por el mundo microscópico, declaró ante la Real Sociedad la existencia de organismos microscópicos móviles, a quienes llamó "animálculos", y a los que hoy en día conocemos como protozoarios y otros seres unicelulares. Van Leeuwenhoek no tenía estudios

universitarios, pero sí reconocidos talentos, no solo como observador y registrador, sino también como fabricante de microscopios, con los cuales realizó sus descubrimientos.

Células animales y células vegetales. Más de un siglo después de los excitantes descubrimientos de Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek, a comienzos del siglo XIX, los científicos comenzaron a hacerse más preguntas con relación a lo que componía las estructuras de los animales y las plantas. Así, el alemán Theodor Schwann siguió estudiando las células vegetales y Matthias Schleiden, otro científico alemán, comenzó a estudiar a los animales, dándose cuenta de que, al igual que las primeras células descritas por Hooke en el tejido vegetal del corcho, estos también estaban compuestos por células.

El comienzo de la teoría celular. En 1831, Robert Brown, un botánico escocés, al observar al microscopio cortes de hojas de orquídeas, estableció que las células vivas poseían en su interior una estructura que denominó "núcleo", afirmando que este era esencial para su supervivencia. No fue sino hasta 1838 cuando ambos científicos alemanes, Schleiden y Schwann, propusieron formalmente que todos los organismos vivos en la Tierra están compuestos por células, y fue esta afirmación la que dio origen a uno de los primeros postulados de la actualmente conocida teoría celular. Las palabras exactas de Schwann fueron "… Las partes elementales de todos los tejidos están formadas por células…". Hay un

principio universal de desarrollo para las partes elementales de los organismos y este principio es la formación de las células… Casi 20 años más tarde, Rudolf Virchow, en 1855, se dio cuenta de que todas las células provienen de una célula preexistente que se divide, es decir, que solo las células producen otras células, como si hiciesen copias de sí mismas. Así como fueron reconocidas como las unidades elementales de los organismos vivos, las células también fueron consideradas por Virchow como los elementos básicos de los procesos patológicos. Gracias a esta concepción, las enfermedades comenzaron a verse como alteraciones celulares en los seres vivos.

Componentes internos de las células. El interés por las características de las células aumentaba con cada descubrimiento que se hacía público. Así, poco después de la formulación de la teoría celular, los científicos se dieron cuenta de que el interior de las células no era un fluido homogéneo, sino todo lo contrario. Algunos investigadores, después de observarlo con cierto detalle, lo describieron como fibrilar, mientras que otros consideraron que tenía un aspecto reticular, granuloso o alveolar. El advenimiento de mejores técnicas de fijación y tinción permitió hacer descripciones más acertadas, lo que llevó a la identificación de las distintas estructuras contenidas dentro de las células. En 1897 se introdujo el concepto de retículo endoplásmico, mientras que las mitocondrias fueron descritas en 1890 por Carl Benda. Ese mismo año, Camilo Golgi describió el complejo que hoy lleva su nombre. Walther Flemming acuñó el término cromatina al referirse a unas cintas que se hacían evidentes durante la división celular, y en 1882, llamó "mitosis" a dicho proceso de división. Los cromosomas fueron detallados en 1888 por Wilhelm Waldeyer al observar la metafase, una de las etapas de la mitosis descrita por Flemming.

Referencias

1. *Altstein, A. D. The progene hypothesis: the nucleoprotein world and how life began. Biology Direct.*
2. *Anderson, P. W. Suggested model for prebiotic evolution: The use of chaos. Proceedings of the National Academy of Sciences.*
3. *Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. Biología: La vida en la Tierra. Pearson Educación.*
4. *Campbell, A. N., & Reece, J. B. Biología. Editorial Médica Panamericana.*
5. *Gama, M. Biología 1: un enfoque constructivista. Pearson Educación.*
6. *Raquel Parada Puig*

Xavier Pardell